

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

09/865476  
05/29/01  
C868 U.S. PTO

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年 5月30日

出願番号

Application Number:

特願2000-160514

出願人

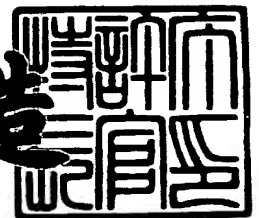
Applicant(s):

大同特殊鋼株式会社

2001年 4月27日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3035303

【書類名】 特許願

【提出日】 平成12年 5月30日

【整理番号】 H12-1980

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 H01F 07/00

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県東海市加木屋町南鹿持 1 8 番地

    【氏名】 入山 恭彦

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県東海市加木屋町南鹿持 1 8 番地

    【氏名】 大松澤 亮

【特許出願人】

    【識別番号】 000003713

    【氏名又は名称】 大同特殊鋼株式会社

    【代表者】 ▲高▼山 剛

【代理人】

    【識別番号】 100070161

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 須賀 総夫

    【電話番号】 03-3534-1980

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 008899

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9708849

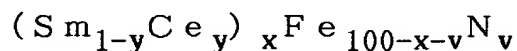
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 粉末磁石材料、その製造方法および磁石

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 合金の溶湯をロール急冷し、得られたフレーク状粉末を窒化することにより製造された  $\text{SmFeN}$  系磁石粉末において、



[ただし、 $7 \leq x \leq 12$ 、 $0.03 \leq y \leq 0.3$ 、かつ、 $0.5 \leq v \leq 20$ である。]

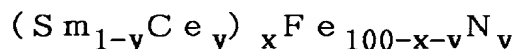
なる組成と、 $\text{TbCu}_7$  構造を有することを特徴とする  $\text{SmCeFeN}$  粉末磁石材料。

【請求項 2】  $\text{Sm}$  の 50% 以下を、 $\text{Sm}$ 、 $\text{Ce}$  以外の希土類元素で置換した請求項 1 の粉末磁石材料。

【請求項 3】  $\text{Fe}$  の 30% 以下を  $\text{Co}$  で置換した請求項 1 または 2 の粉末磁石材料。

【請求項 4】 フレーク状粉末の厚さが  $15 \sim 30 \mu\text{m}$  である請求項 1 ないし 3 のいずれかの粉末磁石材料。

【請求項 5】  $\text{Sm}$ 、 $\text{Ce}$  および  $\text{Fe}$  からなる合金の溶湯をロール急冷し、得られたフレーク状粉末を窒化することからなる  $\text{SmFeN}$  系磁石粉末を製造する方法において、



[式中、 $7 \leq x \leq 12$ 、 $0.03 \leq y \leq 0.3$ 、かつ、 $0.5 \leq v \leq 20$ である。]

なる組成と、 $\text{TbCu}_7$  構造を有するように  $\text{Sm}$ 、 $\text{Ce}$  および  $\text{Fe}$  成分を配合し、かつ窒化の条件を選択することを特徴とする  $\text{SmCeFeN}$  粉末磁石材料の製造方法。

【請求項 6】 急冷ロールの周速を  $15 \sim 40 \text{ m/秒}$  の範囲に選んでロール急冷を実施する請求項 5 の製造方法。

【請求項 7】 請求項 1 ないし 4 のいずれかの  $\text{SmCeFeN}$  磁石粉末を、バインダーとともに磁石形状に成形してなるボンド磁石。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気特性が良好で、とくに高いエネルギー積を示す点ですぐれ、安価に製造することができる永久磁石粉末と、その製造方法に関する。本発明はまた、この磁石粉末を使用したボンド磁石にも関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

希土類系の等方性ボンド磁石は、エネルギー積の高いことと成形性がよいことが取柄であって、各種の電子機器やOA機器類に使用するモータ部品を中心に、広く使用されている。この種の機器類は、ますます高性能化や小型化が進み、それに伴って、使用するボンド磁石のいっそうの高性能化が要求される。

## 【0003】

現在、希土類ボンド磁石の主流は、ロール急冷法と呼ばれる製造法で製造したFe-Nd-B系の磁石粉末を樹脂で結合した等方性ボンド磁石である。ロール急冷法が採用される理由は、磁石の重要な特性である保磁力を高めるには結晶粒を微細にしなければならず、結晶粒微細化のためには、高い冷却速度を実現できる冷却法が必要だからである。

## 【0004】

最近、Sm-Fe-N系磁石合金が、Fe-Nd-B系磁石合金と同等またはそれ以上の高い性能を発揮する磁石材料として、期待を集めている。たとえば、「粉体および粉末冶金」第46巻第6号（1999年）第581～588頁には、SmZrFeCoN系の等方性ボンド磁石の開発例が紹介されている。この磁石材料もロール急冷法で製造され、それを用いたボンド磁石は、Fe-Nd-B系等方性ボンド磁石に近い性能を示すという。

## 【0005】

しかし、この磁石材料を製造するための急冷ロールの周速は、75m/秒という高速を必要とするとのことであり、これは、従来Fe-Nd-B系磁石粉末の製造に当たり実施していたロール急冷にくらべ、周速にして4倍程度の高い速度

である。このような高い周速でロール急冷を行なうと、ロールを急速回転させる上でのメカニカルな問題は克服できても、製品の急冷リボンの歩留まりが低下したり、冷却不十分な粉末が混入して製品品質が低下したりして、粉末磁性材料の製造そのものに困難が生じる。

## 【0006】

上記の文献によると、ロール急冷により得られるSmZrFeCoN磁石のフレークは、厚さが10～15 $\mu$ mであるという。これはFe-Nd-B系磁石で通常製造されるフレークの厚さの半分以下である。このような薄片を金型で成形しようとする、充填密度が高められないため、成形体の寸法精度が悪くなったり、製品にワレ・カケ・はがれなどが生じやすくなったりする。充填密度が低いということは、磁石としての特性が低くなるという結果を招き、磁石合金粉末のもつ磁気特性が生かされないことになる。

## 【0007】

発明者らは、SmFeN系磁石材料において、合金成分を調整することによって、極端に高い冷却速度で冷却しなくても微細な結晶粒が得られるのではないかと考えて、研究を重ねた結果、Sm-Ce-Fe系の合金の溶湯をロール急冷したフレークが、それほど高い冷却速度で冷却しなくても微細結晶として得られ、このフレークを窒化することにより、ボンド磁石の材料として有用な粉末磁石材料が得られることを見出した。

## 【0008】

従来、SmFeN系磁石合金に対してCeを添加することは、磁気特性を低下させ、好ましくないものと考えられてきた。それは、たとえば「日本応用磁気学会誌」第15巻（1991年）第677頁以下に記述されているように、希土類元素-Fe-N系磁性材料においては、希土類元素がSmの場合に限り一軸の結晶磁気異方性があらわれ、その結果、磁石になり得るが、Sm以外の希土類元素たとえばCeの場合は面内異方性があらわれて、磁石になり得ないことがわかっていたからである。

## 【0009】

発明者らは、SmFeN系磁石合金のうち、急冷法により製造される等方性磁

石においては、上記した、Ce がもっぱら有害なだけであるという常識が当てはまらない可能性がある」と期待した。急冷により製造される等方性磁石材料の磁気特性を決定する要因のひとつに、上述した結晶粒子径があるところ、結晶粒子径は合金成分により大きく影響され、合金組成が異なれば、同じ冷却速度でも結晶粒子径が大きく異なるという事実が経験されたからである。

## 【 0 0 1 0 】

そこで、SmFeN系磁石合金の一部をCeで置き換えてみたところ、磁石材料の基本的な特性（結晶磁気異方性）をあまり低下させずに、結晶粒子径を微細化できることを見出した。Ceを選択した理由は、ひとつはCeがSmより資源的に豊富であり、したがって安価であるから磁石のコストを引き下げるのに役立つという期待であり、いまひとつは、Ceの融点がSmの融点より低く、それゆえ急冷粉末の結晶粒子を微細化できる可能性がある、と考えたことである。

## 【 0 0 1 1 】

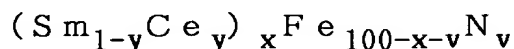
## 【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、上述した発明者らが得た新知見を活用し、溶湯のロール急冷およびそれに続く窒化により製造されるSmFeN系粉末磁石材料であって、極端に速くはない冷却速度で冷却したにもかかわらず微細な結晶であり、かつ、過度に薄いフレークではなく、高い磁気特性をそなえたボンド磁石を与える粉末磁石材料を提供することにある。このような粉末磁石材料を製造する適切な方法を提供することもまた、本発明の目的に包含される。

## 【 0 0 1 2 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の粉末磁石材料は、合金の溶湯をロール急冷し、得られたフレーク状粉末を窒化することにより製造されたSmFeN系磁石粉末において、

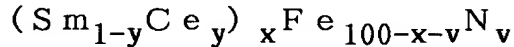


[ただし、 $7 \leq x \leq 12$ 、 $0.03 \leq y \leq 0.3$ 、かつ、 $0.5 \leq v \leq 20$ である。]

なる組成と、TbCu<sub>7</sub>構造を有することを特徴とする、SmCeFeN粉末磁石材である。

## 【 0 0 1 3 】

この S m F e N 系粉末磁石材料を製造する本発明の方法は、S m、C e および F e からなる合金の溶湯をロール急冷し、得られたフレーク状粉末を窒化することからなる S m F e N 系磁石粉末を製造する方法において、



[式中、 $7 \leq x \leq 12$ 、 $0.03 \leq y \leq 0.3$ 、かつ、 $0.5 \leq v \leq 2.0$ である。]

なる組成と、T b C u<sub>7</sub>構造を有するように合金成分を配合し、かつ窒化の条件を選択することを特徴とする。

## 【 0 0 1 4 】

## 【発明の実施形態】

上記の組成において、F e の 3 0 % 以下を、C o で置換することもできる。

## 【 0 0 1 5 】

本発明の粉末磁石材料は、フレーク状粉末の厚さが 1 0 ~ 4 0 μ m の範囲にあることが好ましく、その場合に、とくに高い磁気特性が得られる。この厚さは、極端に急速なロール急冷を行なわない製法、具体的には、1 0 ~ 6 0 m / 秒、好適には 2 5 ~ 4 0 m / 秒のロール周速がもたらしたものである。

## 【 0 0 1 6 】

溶湯のロール急冷は、A r ガスの雰囲気下に、圧力 0.0001 Torr ないし 2 気圧の条件で実施するのが適当である。

## 【 0 0 1 7 】

本発明の磁石粉末において、合金組成を上記のように限定した理由は、つぎのとおりである。

S m と C e の合計量：7 ~ 12 原子%

S m を C e で置換する限度：3 ~ 30 %

S m + C e が 7 % に満たない少量では、不純物として α - F e が多量に生成してしまい、磁石の保磁力が低い。12 % を超える多量になると残留磁束密度が低下し、大きな最大エネルギー積 (B H) max を得ることができなくなる。S m を C e で置換する割合を 3 ~ 30 % としたのは、3 % 未満では C e 添加による結晶

粒子径微細化の効果が認められず、また30%を超えると、上述した結晶磁気異方性の低下が著しくなって、保磁力が実用的でないレベルに下がってしまうからである。

## 【0018】

Feの一部をCoで置き換えることは、よく知られているように、キュリー点を高めて、磁石に耐高温性を与える。しかし、多量のCoの添加は残留磁束密度を低下させ、コストを高めるから不利であって、置き換え量は30%が実用上の限界である。

## 【0019】

本発明の磁石粉末は、適宜のバインダーと混合し、所望の形状に成形してボンド磁石とすることができる。その手段は任意であって、たとえばエポキシ樹脂のような熱硬化性樹脂と混合して圧縮成形すること、ナイロンのような熱可塑性樹脂と混合して射出成形または押出成形することなど、既知のボンド磁石製造技術のいずれによることもできる。

## 【0020】

## 【実施例1および比較例】

Sm-Ce-Fe合金の原料を、底部に直径0.5mmの細孔をそなえた石英製のノズルに入れ、Ar雰囲気中で高周波溶解した後、高速回転している銅製ロール上に溶湯を噴射することにより急冷して、リボンを得た。このとき、ロール周速を、表1に示すように変化させた。

## 【0021】

集めたりボンをピンミルで粉砕し、得られたフレークの中から、約 $300\mu\text{m}$ のふるい目を通過する粉末を採取した。フレークの厚さを、マイクロメータで測定した。この粉末は薄いフレーク状であり、縦・横が $150\mu\text{m}$ 程度で、厚さが $15\sim 30\mu\text{m}$ であった。

## 【0022】

この粉末を、Ar雰囲気中で、 $700^{\circ}\text{C}$ に10分間加熱する熱処理をしてから管状炉に入れ、アンモニア：水素＝1：3（容積比）の混合ガスを通過させつつ $450^{\circ}\text{C}$ に30分間加熱する窒化処理を施した。窒化後の組成を、フレークの厚



さとともに表1に示す。

【0023】

表 1 (その1)

No.	磁石合金組成	ロール周速	フレーク厚さ
		(m/秒)	( $\mu$ m)
1 *	Sm <sub>8.0</sub> Ce <sub>0.9</sub> Fe <sub>77.9</sub> N <sub>13.2</sub>	10	58
2 *	Sm <sub>8.0</sub> Ce <sub>0.9</sub> Fe <sub>77.9</sub> N <sub>13.2</sub>	20	37
3	Sm <sub>8.0</sub> Ce <sub>0.9</sub> Fe <sub>77.9</sub> N <sub>13.2</sub>	30	28
4	Sm <sub>8.0</sub> Ce <sub>0.9</sub> Fe <sub>77.9</sub> N <sub>13.2</sub>	40	19
5 *	Sm <sub>8.0</sub> Ce <sub>0.9</sub> Fe <sub>77.9</sub> N <sub>13.2</sub>	50	14
6 *	Sm <sub>8.0</sub> Ce <sub>0.9</sub> Fe <sub>77.9</sub> N <sub>13.2</sub>	60	11
7 *	Sm <sub>5.9</sub> Ce <sub>0.7</sub> Fe <sub>83.6</sub> N <sub>9.8</sub>	25	29
8 *	Sm <sub>5.9</sub> Ce <sub>0.7</sub> Fe <sub>83.6</sub> N <sub>9.8</sub>	30	27
9 *	Sm <sub>5.9</sub> Ce <sub>0.7</sub> Fe <sub>83.6</sub> N <sub>9.8</sub>	35	25
10 *	Sm <sub>5.9</sub> Ce <sub>0.7</sub> Fe <sub>83.6</sub> N <sub>9.8</sub>	40	21
11	Sm <sub>6.3</sub> Ce <sub>0.7</sub> Fe <sub>82.6</sub> N <sub>10.4</sub>	25	30
12	Sm <sub>6.3</sub> Ce <sub>0.7</sub> Fe <sub>82.6</sub> N <sub>10.4</sub>	30	28
13	Sm <sub>6.3</sub> Ce <sub>0.7</sub> Fe <sub>82.6</sub> N <sub>10.4</sub>	35	22
14	Sm <sub>6.3</sub> Ce <sub>0.7</sub> Fe <sub>82.6</sub> N <sub>10.4</sub>	40	17
15	Sm <sub>7.5</sub> Ce <sub>0.8</sub> Fe <sub>79.2</sub> N <sub>12.5</sub>	25	29
16	Sm <sub>7.5</sub> Ce <sub>0.8</sub> Fe <sub>79.2</sub> N <sub>12.5</sub>	30	27
17	Sm <sub>7.5</sub> Ce <sub>0.8</sub> Fe <sub>79.2</sub> N <sub>12.5</sub>	35	25
18	Sm <sub>7.5</sub> Ce <sub>0.8</sub> Fe <sub>79.2</sub> N <sub>12.5</sub>	40	21
19	Sm <sub>10.8</sub> Ce <sub>1.2</sub> Fe <sub>69.87</sub> N <sub>18.2</sub>	25	30
20	Sm <sub>10.8</sub> Ce <sub>1.2</sub> Fe <sub>69.87</sub> N <sub>18.2</sub>	30	29
21	Sm <sub>10.8</sub> Ce <sub>1.2</sub> Fe <sub>69.87</sub> N <sub>18.2</sub>	35	24
22	Sm <sub>10.8</sub> Ce <sub>1.2</sub> Fe <sub>69.87</sub> N <sub>18.2</sub>	40	18
23 *	Sm <sub>11.6</sub> Ce <sub>1.3</sub> Fe <sub>67.7</sub> N <sub>19.4</sub>	25	31
24 *	Sm <sub>11.6</sub> Ce <sub>1.3</sub> Fe <sub>67.7</sub> N <sub>19.4</sub>	30	32

表 1 (その2)

No.	磁石合金組成	ロール周速	フレーク厚さ
		(m/秒)	( $\mu$ m)
25*	Sm <sub>11.6</sub> Ce <sub>1.3</sub> Fe <sub>67.7</sub> N <sub>19.4</sub>	35	26
26*	Sm <sub>11.6</sub> Ce <sub>1.3</sub> Fe <sub>67.7</sub> N <sub>19.4</sub>	40	21
27	Sm <sub>7.9</sub> Ce <sub>0.3</sub> Fe <sub>79.6</sub> N <sub>12.2</sub>	25	28
28	Sm <sub>7.9</sub> Ce <sub>0.3</sub> Fe <sub>79.6</sub> N <sub>12.2</sub>	30	26
29	Sm <sub>7.9</sub> Ce <sub>0.3</sub> Fe <sub>79.6</sub> N <sub>12.2</sub>	35	24
30	Sm <sub>7.9</sub> Ce <sub>0.3</sub> Fe <sub>79.6</sub> N <sub>12.2</sub>	40	21
31	Sm <sub>8.1</sub> Ce <sub>0.3</sub> Fe <sub>79.2</sub> N <sub>12.4</sub>	25	29
32	Sm <sub>8.1</sub> Ce <sub>0.3</sub> Fe <sub>79.2</sub> N <sub>12.4</sub>	30	27
33	Sm <sub>8.1</sub> Ce <sub>0.3</sub> Fe <sub>79.2</sub> N <sub>12.4</sub>	35	25
34	Sm <sub>8.1</sub> Ce <sub>0.3</sub> Fe <sub>79.2</sub> N <sub>12.4</sub>	40	23
35	Sm <sub>8.3</sub> Ce <sub>0.3</sub> Fe <sub>78.7</sub> N <sub>12.7</sub>	25	30
36	Sm <sub>8.3</sub> Ce <sub>0.3</sub> Fe <sub>78.7</sub> N <sub>12.7</sub>	30	28
37	Sm <sub>8.3</sub> Ce <sub>0.3</sub> Fe <sub>78.7</sub> N <sub>12.7</sub>	35	23
38	Sm <sub>8.3</sub> Ce <sub>0.3</sub> Fe <sub>78.7</sub> N <sub>12.7</sub>	40	21
39	Sm <sub>7.3</sub> Ce <sub>0.8</sub> Fe <sub>79.6</sub> N <sub>12.3</sub>	25	29
40	Sm <sub>7.3</sub> Ce <sub>0.8</sub> Fe <sub>79.6</sub> N <sub>12.3</sub>	30	27
41	Sm <sub>7.3</sub> Ce <sub>0.8</sub> Fe <sub>79.6</sub> N <sub>12.3</sub>	35	26
42	Sm <sub>7.3</sub> Ce <sub>0.8</sub> Fe <sub>79.6</sub> N <sub>12.3</sub>	40	22
43	Sm <sub>7.7</sub> Ce <sub>0.9</sub> Fe <sub>78.7</sub> N <sub>12.7</sub>	25	30
44	Sm <sub>7.7</sub> Ce <sub>0.9</sub> Fe <sub>78.7</sub> N <sub>12.7</sub>	30	28
45	Sm <sub>7.7</sub> Ce <sub>0.9</sub> Fe <sub>78.7</sub> N <sub>12.7</sub>	35	23
46	Sm <sub>7.7</sub> Ce <sub>0.9</sub> Fe <sub>78.7</sub> N <sub>12.7</sub>	40	22
47	Sm <sub>6.5</sub> Ce <sub>1.6</sub> Fe <sub>79.6</sub> N <sub>12.3</sub>	25	28
48	Sm <sub>6.5</sub> Ce <sub>1.6</sub> Fe <sub>79.6</sub> N <sub>12.3</sub>	30	27

表 1 (その3)

No.	磁石合金組成	ロール周速 フレーク厚さ	
		(m/秒)	( $\mu$ m)
49	Sm <sub>6.5</sub> Ce <sub>1.6</sub> Fe <sub>79.6</sub> N <sub>12.3</sub>	35	25
50	Sm <sub>6.5</sub> Ce <sub>1.6</sub> Fe <sub>79.6</sub> N <sub>12.3</sub>	40	20
51	Sm <sub>6.7</sub> Ce <sub>1.7</sub> Fe <sub>79.2</sub> N <sub>12.4</sub>	25	29
52	Sm <sub>6.7</sub> Ce <sub>1.7</sub> Fe <sub>79.2</sub> N <sub>12.4</sub>	30	28
53	Sm <sub>6.7</sub> Ce <sub>1.7</sub> Fe <sub>79.2</sub> N <sub>12.4</sub>	35	24
54	Sm <sub>6.7</sub> Ce <sub>1.7</sub> Fe <sub>79.2</sub> N <sub>12.4</sub>	40	18
55	Sm <sub>6.8</sub> Ce <sub>1.7</sub> Fe <sub>78.7</sub> N <sub>12.8</sub>	25	28
56	Sm <sub>6.8</sub> Ce <sub>1.7</sub> Fe <sub>78.7</sub> N <sub>12.8</sub>	30	26
57	Sm <sub>6.8</sub> Ce <sub>1.7</sub> Fe <sub>78.7</sub> N <sub>12.8</sub>	35	25
58	Sm <sub>6.8</sub> Ce <sub>1.7</sub> Fe <sub>78.7</sub> N <sub>12.8</sub>	40	20
59	Sm <sub>5.7</sub> Ce <sub>2.4</sub> Fe <sub>79.6</sub> N <sub>12.3</sub>	25	27
60	Sm <sub>5.7</sub> Ce <sub>2.4</sub> Fe <sub>79.6</sub> N <sub>12.3</sub>	30	25
61	Sm <sub>5.7</sub> Ce <sub>2.4</sub> Fe <sub>79.6</sub> N <sub>12.3</sub>	35	23
62	Sm <sub>5.7</sub> Ce <sub>2.4</sub> Fe <sub>79.6</sub> N <sub>12.3</sub>	40	18
63	Sm <sub>5.8</sub> Ce <sub>2.5</sub> Fe <sub>79.2</sub> N <sub>12.5</sub>	25	29
64	Sm <sub>5.8</sub> Ce <sub>2.5</sub> Fe <sub>79.2</sub> N <sub>12.5</sub>	30	26
65	Sm <sub>5.8</sub> Ce <sub>2.5</sub> Fe <sub>79.2</sub> N <sub>12.5</sub>	35	24
66	Sm <sub>5.8</sub> Ce <sub>2.5</sub> Fe <sub>79.2</sub> N <sub>12.5</sub>	40	19
67	Sm <sub>6.0</sub> Ce <sub>2.6</sub> Fe <sub>78.7</sub> N <sub>12.7</sub>	25	27
68	Sm <sub>6.0</sub> Ce <sub>2.6</sub> Fe <sub>78.7</sub> N <sub>12.7</sub>	30	24
69	Sm <sub>6.0</sub> Ce <sub>2.6</sub> Fe <sub>78.7</sub> N <sub>12.7</sub>	35	22
70	Sm <sub>6.0</sub> Ce <sub>2.6</sub> Fe <sub>78.7</sub> N <sub>12.7</sub>	40	18

No. 17の試料をX線回折にかけ、図1に示すチャートを得た。このチャートは、窒化後の合金がTbCu<sub>7</sub>構造を有することを示している。

【0024】

各磁石粉末の磁気特性を、振動試料型磁力計（VSM）で測定した。ここでは磁石合金の真密度を、 $7.6 \text{ g/cm}^3$ として計算した。得られた結果を、表2に示す。

## 【0025】

磁石粉末に2重量%のエポキシ樹脂を混合し、プレス金型に入れて、 $10 \text{ t/cm}^2$ の圧力で圧縮成形することにより、直径10mm、高さ7mmの円柱状をした成形体を得た。この成形体を、窒素雰囲気中で $150^\circ\text{C} \times 1$ 時間の加熱をして、エポキシ樹脂を硬化させた。得られたボンド磁石の磁気特性を、BHループトレーサーにより測定した。その結果を、表2にあわせて示す。

## 【0026】

表 2 (その1)

No.	粉末の磁気特性			ボンド磁石の磁気特性		
	Br(kG)	iHc(kOe)	[BH] max(MGOe)	Br(kG)	iHc(kOe)	[BH] max(MGOe)
1*	6.3	11.0	7.2	5.8	10.8	5.6
2*	6.8	11.6	7.4	6.3	11.5	5.7
3	8.2	9.9	13.9	7.5	9.8	10.7
4	8.5	9.4	14.1	7.7	9.3	10.7
5*	8.7	9.0	14.0	7.7	8.8	9.8
6*	7.8	8.3	10.1	6.9	8.1	7.0
7*	10.9	4.2	7.6	10.0	4.1	5.9
8*	11.2	4.1	7.8	10.2	4.1	6.0
9*	11.4	4.3	8.3	10.4	4.3	6.4
10*	10.8	4.0	7.2	9.7	3.9	5.5
11	10.4	6.3	13.0	9.6	6.2	10.0
12	10.6	6.1	13.1	9.6	6.0	10.1
13	10.5	6.5	13.5	9.6	6.4	10.4
14	10.8	6.2	13.6	9.8	6.1	10.3
15	9.7	8.9	16.9	8.9	8.7	13.0
16	9.9	9.2	17.6	9.0	9.1	13.6

17	10.3	9.4	18.3	9.4	9.3	14.1
18	10.1	8.9	17.4	9.1	8.7	13.2
19	7.5	10.5	13.0	6.9	10.3	10.0
20	7.7	10.6	13.3	7.0	10.5	10.2
21	7.9	10.8	13.7	7.2	10.7	10.5
22	7.8	10.1	13.2	7.1	9.9	10.0
23*	6.1	11.0	6.1	5.6	10.8	4.7
24*	6.2	11.3	6.4	5.6	11.2	4.9

表 2 (その2)

No.	粉末の磁気特性			ボンド磁石の磁気特性		
	Br(kG)	iHc(kOe)	[BH] max(MGOe)	Br(kG)	iHc(kOe)	[BH] max(MGOe)
25*	6.5	11.6	7.0	5.9	11.5	5.4
26*	6.6	11.1	6.8	5.9	10.9	5.2
27	9.2	7.7	14.8	8.5	7.5	11.4
28	9.4	7.8	15.2	8.6	7.7	11.7
29	9.9	8.0	16.8	9.0	7.9	12.9
30	10.2	7.1	16.1	9.3	7.0	12.2
31	9.1	9.0	16.4	8.4	8.8	12.6
32	9.4	9.4	17.1	8.6	9.3	13.2
33	9.8	9.6	17.7	8.9	9.5	13.6
34	9.6	9.4	17.3	8.6	9.2	13.1
35	8.8	9.4	16.2	8.1	9.2	12.5
36	9.2	9.8	16.9	8.4	9.7	13.0
37	9.3	10.2	17.2	8.5	10.1	13.2
38	9.0	10.3	16.8	8.2	10.1	12.8
39	9.9	7.6	16.5	9.1	7.4	12.7
40	10.2	7.4	16.7	9.3	7.3	12.9
41	10.6	8.1	17.2	9.6	8.0	13.2

4 2	1 0 . 7	7 . 9	1 7 . 1	9 . 6	7 . 7	1 3 . 0
4 3	8 . 7	8 . 6	1 4 . 0	8 . 0	8 . 4	1 0 . 8
4 4	9 . 1	8 . 9	1 6 . 9	8 . 3	8 . 8	1 3 . 0
4 5	9 . 6	9 . 6	1 7 . 5	8 . 7	9 . 5	1 3 . 5
4 6	9 . 6	9 . 2	1 7 . 1	8 . 7	9 . 0	1 3 . 0
4 7	9 . 4	6 . 1	1 3 . 3	8 . 6	6 . 0	1 0 . 2
4 8	9 . 8	6 . 4	1 4 . 3	8 . 9	6 . 3	1 1 . 0

表 2 (その3)

No.	粉末の磁気特性			ボンド磁石の磁気特性		
	Br(kG)	iHc(kOe)	[BH] max(MGOe)	Br(kG)	iHc(kOe)	[BH] max(MGOe)
4 9	1 0 . 5	6 . 8	1 5 . 1	9 . 6	6 . 7	1 1 . 6
5 0	1 0 . 2	6 . 1	1 4 . 6	9 . 2	6 . 0	1 1 . 1
5 1	9 . 1	8 . 1	1 4 . 1	8 . 4	7 . 9	1 0 . 9
5 2	9 . 6	8 . 6	1 6 . 7	8 . 7	8 . 5	1 2 . 9
5 3	1 0 . 4	8 . 4	1 7 . 1	9 . 5	8 . 3	1 3 . 2
5 4	1 0 . 3	8 . 1	1 6 . 8	9 . 4	7 . 9	1 2 . 8
5 5	8 . 2	8 . 5	1 3 . 1	7 . 5	8 . 3	1 0 . 1
5 6	8 . 8	8 . 6	1 5 . 1	8 . 0	8 . 5	1 1 . 6
5 7	8 . 9	9 . 2	1 5 . 8	8 . 1	9 . 1	1 2 . 2
5 8	9 . 1	8 . 4	1 5 . 3	8 . 2	8 . 2	1 1 . 6
5 9	9 . 1	5 . 6	1 3 . 1	8 . 4	5 . 5	1 0 . 1
6 0	9 . 4	5 . 2	1 3 . 2	8 . 6	5 . 1	1 0 . 2
6 1	9 . 6	5 . 1	1 3 . 5	8 . 7	5 . 0	1 0 . 4
6 2	9 . 7	4 . 9	1 3 . 1	8 . 8	4 . 8	1 0 . 0
6 3	8 . 8	7 . 2	1 3 . 4	8 . 1	7 . 1	1 0 . 3
6 4	8 . 9	7 . 4	1 4 . 2	8 . 1	7 . 3	1 0 . 9
6 5	9 . 3	7 . 0	1 4 . 6	8 . 5	6 . 9	1 1 . 2
6 6	9 . 1	7 . 1	1 4 . 2	8 . 2	7 . 0	1 0 . 8

6 7	8 . 0	8 . 2	1 3 . 0	7 . 4	8 . 0	1 0 . 0
6 8	8 . 1	8 . 3	1 3 . 2	7 . 4	8 . 2	1 0 . 2
6 9	8 . 9	7 . 9	1 3 . 8	8 . 1	7 . 8	1 0 . 6
7 0	9 . 2	7 . 2	1 3 . 4	8 . 4	7 . 1	1 0 . 2

比較例（＊を付した）の磁石粉末は、粉末の磁気特性からすでに劣るか、またはボンド磁石にしたものの磁気特性が低い。これは、冷却速度が遅く微細結晶が得られなかった（N o . 1 および 2）か、フレークの厚さが薄すぎて充填率が低くなった（N o . 5 および 6）ためである。

【 0 0 2 7 】

【実施例 2】

実施例 1 で製造した磁石粉末 N o . 1 7 に対し、6 重量 % のナイロン樹脂を混合し、シリンダー温度 2 3 0 ℃ の二軸押出し混練機でペレット化した。このペレットを温度 2 6 0 ℃ で射出成形することにより、ボンド磁石を製造した。磁石の磁気特性を、同じく B H ループトレーサーで測定して、表 3 に示す値を得た。

【 0 0 2 8 】

表 3

ボンド磁石の磁気特性

<u>Br (kG)</u>	<u>iHc (kOe)</u>	<u>[BH] max (MG Oe)</u>
7 . 6	8 . 9	9 . 2

【 0 0 2 9 】

【実施例 3】

実施例 1 の N o . 1 7 および 3 3 において、F e の一部を C o で置き換えた合金組成の溶湯からフレークをつくり、実施例 1 と同様にして粉末磁石材料とした。それらの材料を使用し、実施例 1 と同じように、エポキシ樹脂をバインダーとする圧縮成形により、ボンド磁石を製造した。それら粉末磁石材料および製品ボンド磁石の磁気特性を、磁石合金の組成とともに、表 4 に示す。

【 0 0 3 0 】

表 4

磁石合金組成	粉末の磁気特性		磁石の磁気特性		
	Br iHc [BH] max		Br iHc [BH] max		
	(kG)	(kOe)	(MG0e)	(kG)	(kOe)
Sm <sub>7.5</sub> Ce <sub>0.8</sub> Fe <sub>74.6</sub> Co <sub>4.6</sub> N <sub>12.5</sub>	10.0	9.5	17.8	9.1	9.2
Sm <sub>7.5</sub> Ce <sub>0.8</sub> Fe <sub>68.4</sub> Co <sub>10.8</sub> N <sub>12.5</sub>	9.4	9.6	17.1	8.6	9.3
Sm <sub>8.1</sub> Ce <sub>0.3</sub> Fe <sub>74.5</sub> Co <sub>4.6</sub> N <sub>12.5</sub>	9.4	9.8	17.2	8.6	9.5
Sm <sub>8.1</sub> Ce <sub>0.3</sub> Fe <sub>68.4</sub> Co <sub>10.8</sub> N <sub>12.5</sub>	8.9	9.7	16.8	8.1	9.4

## 【 0 0 3 1 】

## 【発明の効果】

本発明の粉末磁石材料は、溶湯のロール急冷とそれに続く窒化により製造されたSmFeN系磁石粉末において、既知の技術において余儀なくされていたほどの極端に速い冷却速度にくらべて、実施が容易な低い冷却速度で冷却したにもかかわらず、結晶が微細であって、しかもある程度の厚さをもったフレークとして得られる。したがって本発明によるときは、粉末磁石材料製造上のメカニカルな問題が軽減されるだけでなく、フレークの歩留まりや製品品質上の問題を原理的に避けることができ、常に高い磁気特性をそなえた粉末磁石材料が得られる。

## 【 0 0 3 2 】

このようにして本発明は、高性能のボンド磁石を提供することができ、ボンド磁石が使用されるさまざまな機器類に対する、いっそうの高性能化・小型化の要請にこたえることができる。

## 【図面の簡単な説明】

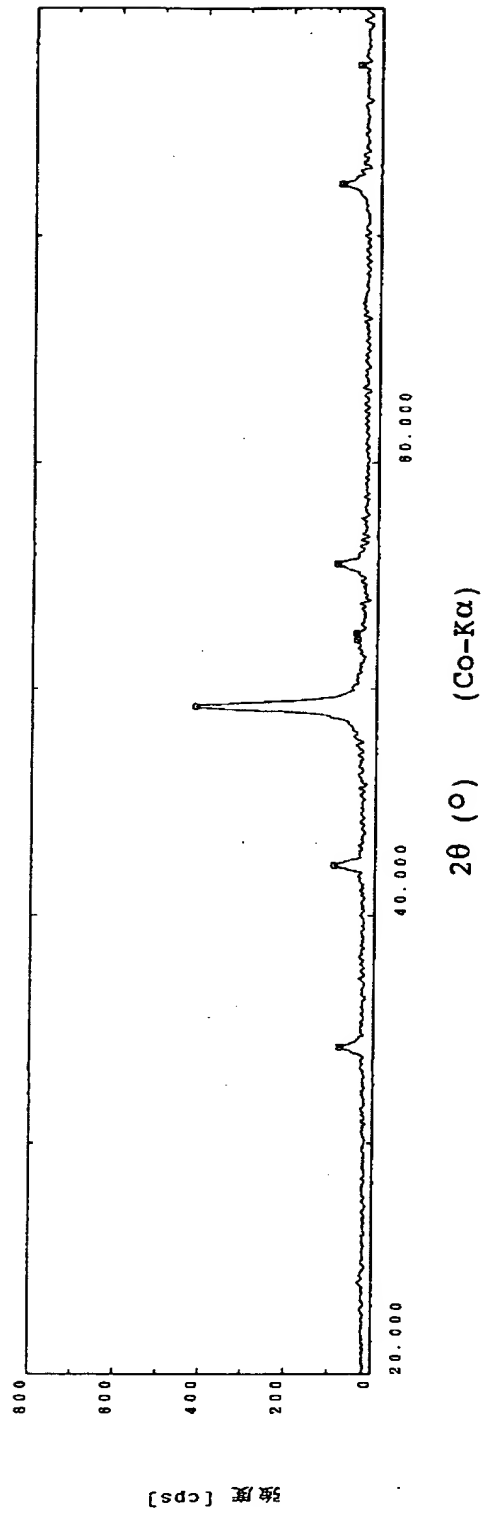
【図 1】 本発明の実施例No. 17で製造した合金フレークを窒化して得た、粉末磁石材料のX線回折チャート。



【書類名】

図面

【図1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 溶湯のロール急冷、およびそれに続く窒化により  $\text{SmFeN}$  系磁石材料粉末を製造するに当たり、極端に速くはない冷却速度で冷却しても微細な結晶であり、かつ、過度に薄いフレークではなく、高い磁気特性をそなえた粉末磁石材料を提供し、それによって高性能なボンド磁石の製造を可能にすること。

【解決手段】  $\text{Sm}$ 、 $\text{Ce}$  および  $\text{Fe}$  からなる合金の溶湯をロール急冷し、得られたフレーク状粉末を窒化することからなり、 $(\text{Sm}_{1-y}\text{Ce}_y)_x\text{Fe}_{100-x-v}\text{N}_v$  [式中、 $7 \leq x \leq 12$ 、 $0.03 \leq y \leq 0.3$ 、かつ、 $0.5 \leq v \leq 2.0$  である。] なる組成と、 $\text{TbCu}_7$  構造を有するように合金成分を配合し、周速を  $10 \sim 60 \text{ m/秒}$ 、好ましくは  $25 \sim 40 \text{ m/秒}$  の範囲に選んだ急冷ロールで急冷し、かつ窒化の条件を選択して、厚さが  $10 \sim 40 \mu\text{m}$ 、好ましくは  $15 \sim 30 \mu\text{m}$  の、 $\text{SmCeFeN}$  粉末磁石材料を製造する。

【選択図】 なし

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003713]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

氏 名 大同特殊鋼株式会社